



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

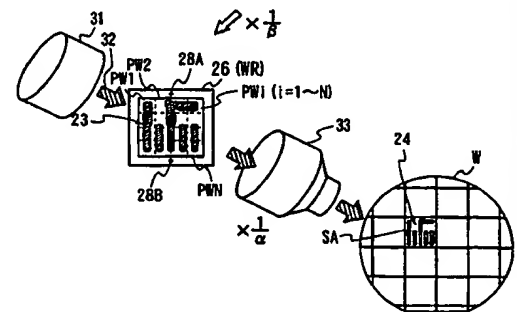
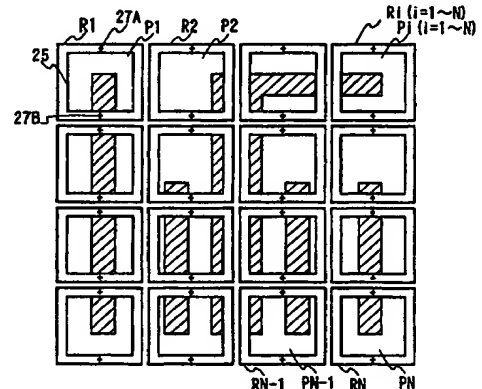
(51) 国際特許分類7 G03F 1/08, H01L 21/027		A1	(11) 国際公開番号 WO00/38014
			(43) 国際公開日 2000年6月29日(29.06.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/06962		(81) 指定国 AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)	
(22) 国際出願日 1999年12月10日(10.12.99)			
(30) 優先権データ 特願平10/360594 1998年12月18日(18.12.98) JP			
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル Tokyo, (JP)			
(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 白石直正(SHIRAISHI, Naomasa)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル 株式会社 ニコン 知的財産部内 Tokyo, (JP)			
(74) 代理人 大森 聡(OMORI, Satoshi) 〒214-0014 神奈川県川崎市多摩区登戸2075番2-501 大森特許事務所 Kanagawa, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書	

(54)Title: PHOTO MASK PRODUCTION METHOD AND DEVICE THEREOF

(54)発明の名称 フォトマスクの製造方法及び装置

(57) Abstract

A photo mask production method capable of producing in short time and at low costs a photo mask on which a correction is made for a pattern deformation produced by an optical proximity effect when transferring a mask pattern. Partial master patterns (P_i ($i=1$ to N)) formed by dividing into N segments a master pattern obtained by magnifying at a specified magnification a circuit pattern to be formed on a wafer (W) are respectively drawn on a substrate to prepare master reticles (R_i ($i=1$ to N)), and reduction images (PW_i) $1/\beta$ times as large as the partial master patterns (P_i) of the master reticles (R_i) are transferred onto a substrate (26) while image fields are joined one by one to produce a working reticle (WR). An illuminating condition required in transferring partial master pattern images of the master reticles (R_i) onto the substrate (26) is set so as to offset changes in projection images to be produced by an optical proximity effect when the mask pattern of the working reticle (WR) is transferred onto the wafer (W).



(57)要約

マスクパターンを転写する際に光近接効果によって生じるパターンの変形に対する補正が施されたフォトマスクを、短時間、かつ低コストに製造できるフォトマスクの製造方法である。ウエハ(W)上に形成すべき回路パターンを所定倍率で拡大した親パターンをN個に分割してなる部分親パターン(P_i ($i=1\sim N$))をそれぞれ基板上に描画してマスターレチクル(R_i ($i=1\sim N$))を作製し、マスターレチクル(R_i)の部分親パターン(P_i)の $1/\beta$ 倍の縮小像(PW_i)を、それぞれ画面継ぎを行いながら基板(26)上に転写することによって、ワーキングレチクル(WR)を製造する。マスターレチクル(R_i)の部分親パターンの像を基板(26)上に転写する際の照明条件は、ワーキングレチクル(WR)のマスクパターンをウエハ(W)上に転写する際に光近接効果により生じる投影像の変化が相殺されるように設定する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書

フォトマスクの製造方法及び装置

5 技術分野

本発明は、例えば半導体集積回路、撮像素子（ＣＣＤ等）、液晶ディスプレイ、又は薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイスをリソグラフィ技術を用いて製造する際に使用されるフォトマスクの製造方法、及び装置に関する。

10

背景技術

15

半導体集積回路等のデバイスを製造する際に、形成すべき回路パターンを例えば４～５倍程度に拡大したマスクパターン（原版パターン）が形成されたフォトマスクを使用して、そのマスクパターンの像を縮小投影光学系を介してウエハ等の被露光基板上に投影する転写方式が用いられている。このような、フォトマスクのパターンの転写の際に使用されるのが露光装置であり、ステップ・アンド・リピート方式等の縮小投影露光装置で使用するフォトマスクは、レチクルとも呼ばれている。

20

従来、そのようなレチクルは、所定の基板（ブランクス）上に遮光膜を形成してレジストを塗布した後、電子線描画装置、又はレーザビーム描画装置を用いてそれぞれ所定のパターンを描画して現像を行うことでレジストのパターンニングを行い、残されたレジストパターンをマスクとしてその遮光膜をエッチングすることによって製造されていた。最近では、レチクルのマスクパターン（レチクルパターン）をウエハ上へ転写する際には、縮小投影光学系による解像度を高めるため、縮小投影露光装置の照明光学系には、コヒーレンスファクタ（ σ 値）の大きい照明

25

条件が設定されたり、又は輪帯照明等の変形照明が使用されたりする場合がある。

更に、縮小投影時の解像度を高めても、もとのレチクルパターンの精度以上の線幅精度等が得られないため、レチクルを製造する段階において、微細な原版パターンを高解像度及び高い線幅均一性で、かつ高い位置精度で基板上に形成することが求められている。

上記のように従来より、縮小投影時の解像度を高めることと共に、レチクル（ワーキングレチクル）のパターン自体の精度を高めることが求められている。これに関して、縮小投影時の解像度 R は、露光波長を λ 、投影光学系の開口数を NA とすると、一般に次式により定義される。

$$R = k \cdot \lambda / NA \quad (1)$$

ただし、 k はプロセス係数である。このプロセス係数 k の値は、従来は 0.6 程度であったが、最近では 0.5 程度となっており、更に 0.4 程度まで小さくなることが予想されている。これは、ウエハ上に塗布される感光材料（フォトレジスト）の進歩によるところも大きい。原理的には回折限界で規定される解像度（ $= \lambda / NA$ ）に対して、より厳しい条件での露光転写が要求されていることに他ならない。

しかしながら、このように解像度 R がより小さくなると、ウエハ上に転写されるパターンの密集度が高まり、ひいてはレチクルパターンの密集度も高まることになる。その結果として、主に光近接効果によって、ウエハ上に転写されるパターンのレチクルパターンに対する忠実度が低下して、ウエハ上に転写されるパターンと、設計上でレチクルパターンを所定倍率で縮小したパターンとの間に差異が生じるという問題が生じている。即ち、或る程度以上に微細な（線幅の細い）パターンについては、レチクル上でそのパターンの近傍に他のパターンが存在するかしな

ンの線幅との間の比例関係が崩れ、ウエハ上に転写されるパターンの線幅が変動してしまうという不都合が生じる。

また、解像度を向上させるためコヒーレンスファクタ (σ 値) を大きくしたり、輪帯照明等の変形照明を使用する場合には、この光近接効果の影響が一層大きくなり、ウエハ上に転写されるパターンの忠実度は一層悪化してしまう。

なお、この光近接効果によるパターンの変形を補正するため、レチクル上のパターンの線幅を、そのパターン近傍における他のパターンの有無によって変化させる、いわゆるOPC (Optical Proximity Correction) 処理も使用されている。しかしながら、このOPC処理は、膨大なデータ量を持つレチクルパターンの全てに関して、各パターンの近傍での他のパターンの有無を判断して補正を行うため、その処理に要する時間が膨大であり、データ処理コストも高いという不都合がある。また、OPC処理後のレチクルパターンのデータ量は、OPC処理前の設計データに比べて数倍にも増大し、例えば電子線描画装置により所定の基板上にレチクルパターンを描画する際の時間も数倍に増大するため、レチクルの製造コストが大幅に上昇してしまうという不都合がある。

本発明は斯かる点に鑑み、マスクパターンを転写する際に生じる光近接効果に対する補正が施されたフォトマスクを、短時間、かつ低コストに製造できるフォトマスクの製造方法を提供することを第1の目的とする。

また、本発明は、そのようなフォトマスクの製造方法を実施できるフォトマスクの製造装置、及びそのようなフォトマスクの製造方法を用いて製造されるフォトマスクを提供することを第2の目的とする。更に、本発明は、そのようなフォトマスクの製造方法を用いたデバイスの製造方法、及びそのようなデバイスの製造方法を用いて製造される高機能の

デバイスを提供することを第3の目的とする。

発明の開示

5 本発明による第1のフォトマスクの製造方法は、所定の第1の条件のもとで投影光学系(33)を介して転写されるパターンが形成されたフォトマスク(WR)の製造方法であって、そのパターンを拡大した親パターンを第1基板(40)上に描画することによってマスターマスク(MR)を作製し、その第1の条件に応じて設定された第2の条件のもとで、そのマスターマスクのその親パターンを縮小投影光学系(6)を介して第2基板(26)上に転写してそのフォトマスクを作製するものである。

15 斯かる本発明によれば、その第1の条件(照明条件、結像条件、フォトレジストの特性、又は露光量等)のもとでは、例えば光近接効果によって転写されるパターンの線幅が変化するものとする。一例として、その第1の条件のもとでの光近接効果が、フォトマスクのパターンの内その近傍に他のパターンが存在しない部分(孤立的部分)の線幅を細くする方向に働く場合には、その第2の条件のもとで生じる光近接効果が、その孤立的部分の線幅を太くする方向に働くようにその第2の条件を設定する。従って、その第2基板上には孤立的部分の線幅が太くなったパターンが形成され、このパターンをその第1の条件のもとで転写する際に生じる光近接効果による線幅の変化は、予めその第2の条件のもとで生じる光近接効果による線幅の変化により相殺、又は低減されている。即ち、第2基板上に形成されるパターンは、第1の条件の光近接効果に対する補正がされたものとなる。

25 また、そのマスターマスクのその親パターンをその第2基板上に転写する際には、例えばステッパー等の光学式の投影露光装置が使用される。

このため、その第1の条件のもとで生じる光近接効果に対する補正を、
光学的にその親パターンの全体に対して一括して施すことができる。従
って、電子線描画装置等を使用する場合のように、設計データ上でその
フォトマスクを構成する各パターン毎に補正処理を行う方式と比較して、
5 補正処理に要する時間が大幅に短縮される。更に本発明によれば、その
マスターマスク上に親パターンを描画する際には例えば電子線描画装置
が使用される。この際に、その親パターンはそのフォトマスクのパター
ンの拡大パターンであるため、実用上はその親パターンを分割したパタ
ーンが複数枚のマスターマスクに描画される。しかしながら、この際の
10 各マスターマスク毎の描画データ量は少ないと共に、補正処理によるパ
ターンのデータ量の増加もないため、各マスターマスクの描画時間は短
かくなる。

また、その描画誤差はそのマスターマスクの縮小倍率分だけ小さくなる
ため、その描画精度を従来よりも高めることなく、実質的に高精度に
15 そのフォトマスクのパターンを形成できる。更に、複数枚のフォトマス
クを製造する場合にも、単にそのマスターマスクのパターンを繰り返して
転写すればよい。以上より、第1の条件のもとで生じる光近接効果に
対する補正が施されたフォトマスクを、短時間に、高精度に、かつ低コ
ストに製造することができる。

20 次に、本発明による第2のフォトマスクの製造方法は、所定の第1の
照明条件のもとで投影光学系(33)を介して転写されるパターンが形
成されたフォトマスク(WR)の製造方法であって、そのパターンを拡
大した親パターンを第1基板(40)上に描画することによってマスター
マスク(MR)を作製し、その第1の照明条件による投影像の変化を
25 相殺するように設定された第2の照明条件のもとで、そのマスターマス
クのその親パターンを縮小投影光学系(6)を介して第2基板(26)

上に転写してそのフォトマスクを作製するものである。

斯かる第2のフォトマスクの製造方法によれば、その第1の照明条件のもとで例えば光近接効果によって投影像に変化（線幅の変化等）が生じる場合には、その第2の照明条件は、逆特性の光近接効果を持つよう
5 に、即ちこれに伴う光近接効果によってその投影像の変化量を相殺するような投影像の変化量を生じさせるように設定される。これによって、その第1の照明条件のもとで生じる光近接効果に対する補正が施されたフォトマスクを、短時間、かつ低コストに製造することができる。

この場合、一例として、その第1の照明条件（又は第2の照明条件）
10 が、コヒーレンスファクタが0.7以上の照明、又は輪帯照明であるときには、その第2の照明条件（又は第1の照明条件）は、コヒーレンスファクタが0.4以下で0.1以上の照明である。

次に、本発明による第1のフォトマスクの製造装置は、所定の第1の照明条件のもとで投影光学系（33）を介して転写されるパターンが形
15 成されたフォトマスク（WR）の製造装置であって、そのパターンを拡大した親パターンが描画されたマスターマスク（MR）を保持するマスクステージ（13）と、このマスクステージ上のマスクを複数の照明条件の何れかで照明する照明光学系（1～5）と、その複数の照明条件中からその第1の照明条件による投影像の変化を相殺するように選択した
20 第2の照明条件をその照明光学系に設定する制御系（18）と、そのマスクステージ上のマスクのパターンの像を所定の基板（26）上に転写する縮小投影光学系（6）とを有するものである。斯かる本発明の製造装置によれば、本発明のフォトマスクの製造方法を実施することができる。

25 次に、本発明によるデバイスの製造方法は、所定のデバイスの製造方法であって、そのデバイスの所定のレイヤのパターン（20）を α 倍

(α は1より大きい実数)に拡大した第1パターン(21)を作成し、この第1パターンを照明する際の第1の照明条件を設定する第1工程と、この第1パターンを β 倍(β は1より大きい実数)に拡大した親パターン(22)を1枚又は複数枚の第1基板上に描画することによってマスターマスク(Ri)を作製する第2工程と、その第1の照明条件による投影像の変化を相殺するように設定された第2の照明条件のもとでそのマスターマスクのパターンを $1/\beta$ 倍に縮小した光学像(PWi)を第2基板上に転写することによってワーキングマスク(WR)を作製する第3工程と、その第1の照明条件のもとでそのワーキングマスク上のパターンを $1/\alpha$ 倍に縮小した像をその第3基板(W)上に転写する第4工程と、を有するものである。

斯かる本発明のデバイスの製造方法によれば、第1の照明条件のもとでマスクパターンを転写する際の光近接効果に対するパターンの補正が施されたフォトマスクを短時間に低コストに製造できる。特に複数枚のフォトマスクを短時間に低コストに製造できるため、線幅精度等に優れた高機能のデバイスを、短時間に低コストで量産することができる。

次に、本発明による第3のフォトマスクの製造方法は、デバイス製造に用いられる露光装置によって感光基板上に転写されるパターン(21)を有するフォトマスク(WR)の製造方法であって、そのパターンを拡大した親パターン(22)の少なくとも一部(Pi)が形成されるマスターマスク(Ri)を投影光学系(6)の物体面側に配置し、その少なくとも一部の親パターンの近接度に応じた照明条件でそのマスターマスクを照明するとともに、その投影光学系を介してその像面側に配置されるフォトマスク製造用の基板(26)上に、その少なくとも一部の親パターンの縮小像を転写してそのフォトマスクを製造するものである。

斯かる本発明の第3のフォトマスクの製造方法によれば、デバイスを

製造する際に生じる光近接効果に対する補正が施されたフォトマスクを、短時間、かつ低コストに製造することができる。

次に、本発明による第2のフォトマスクの製造装置は、デバイス製造に用いられる露光装置によって感光基板上に転写されるパターン(21)を有するフォトマスク(WR)の製造装置であって、そのパターンを拡大した親パターン(22)の少なくとも一部(Pi)が形成されたマスターマスク(Ri)を照明する照明光学系(1~5)と、そのマスターマスクの縮小像をフォトマスク製造用の基板(26)上に投射する投影光学系(6)と、その少なくとも一部の親パターンの近接度に応じたそのマスターマスクの照明条件をその照明光学系に設定する調整装置(18)とを備えたものである。斯かる本発明の製造装置によれば、本発明のフォトマスクの製造方法を実施することができる。

次に、本発明による第1又は第2のフォトマスクは、それぞれ本発明のフォトマスクの製造方法又は製造装置を用いて製造されるものであり、短時間、かつ低コストに光近接効果に対する補正が施されたフォトマスクが得られる利点がある。また、本発明によるデバイスは、本発明のデバイスの製造方法を用いて製造されるものであり、線幅精度等に優れた高機能のデバイスが得られる利点がある。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の好適な実施の形態の一例において使用されるワーキングレチクルの製造装置を示す概略構成図である。図2は、マスクパターンを転写する際に生じる光近接効果によるパターンの変形を補正する方法の説明図である。図3は、マスターレチクルに形成される親パターンの設計工程の一例を示す図である。図4は、ワーキングレチクル及び半導体デバイスの製造工程の一例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。本例は、本発明をフォトマスクとしての半導体デバイス製造用のワーキングレチクルを製造する場合に適用したものである。

図1は、本例のワーキングレチクル製造用の光学式の投影露光装置を示し、この図1において、露光光源1より射出された露光用の照明光（露光光）ILは、リレーレンズ2、及びオプティカル・インテグレータ（図1ではフライアイレンズ）3を介して照明系の開口絞り（以下、「 σ 絞り」という）4を照明する。 σ 絞り4の開口の大きさは、駆動系4aにより調整自在な構成となっている。装置全体の動作を統轄制御する主制御系16の制御のもとで、照明光学系制御装置18が露光光源1の発光、及び σ 絞り4の開口径の制御を行う。また、不図示であるが、 σ 絞り4を、輪帯状の開口を持つ輪帯照明用の開口絞り、及び複数の小開口を持つ変形照明用の開口絞りと交換する交換装置も配置されている。なお、露光光ILとしては、KrFエキシマレーザ光（波長248nm）、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）等のエキシマレーザ光、F₂レーザ光（波長157nm）、YAGレーザの高調波、又は水銀ランプのi線（波長365nm）等が使用できる。

そして、 σ 絞り4を通過した露光光ILは、コンデンサレンズ系5を介して転写対象のマスターレチクルMRを照明する。マスターレチクルMRは、ガラス基板等の基板40のパターン形成面（下面）に所定のマスクパターンを拡大した親パターンを描画によって形成したものである。マスターレチクルMRを透過した露光光ILは、投影光学系6を介してワーキングレチクル用のガラス基板等の基板26上にその親パターンを縮小倍率 $1/\beta$ （ $1/\beta$ は、例えば $1/4$ 、 $1/5$ 等）で縮小した像を

形成する。投影光学系 6 中のマスターレチクル MR のパターン形成面に対する光学的なフーリエ変換面（瞳面）には、可変の開口絞り 7 が配置されており、開口絞り 7 によって投影光学系 6 の射出側（基板 26 側）の開口数 NA、ひいては入射側（マスターレチクル MR 側）の開口数 NA_mが規定されている。

なお、コンデンサレンズ系 5 は簡略化して表されているが、実際には内部で一度結像を行うと共に、その結像面にレチクルブラインド（視野絞り）を備えた光学系である。露光光源 1、リレーレンズ 2、オプティカル・インテグレータ 3、 σ 絞り 4、及びコンデンサレンズ系 5 から本例の照明光学系が構成されている。この場合、 σ 絞り 4 は、マスターレチクル MR のパターン形成面に対してコンデンサレンズ系 5 に関して光学的なフーリエ変換面に配置されている。このため、露光光 IL のマスターレチクル MR への入射角の最大値、即ち開口半角 θ_1 は、 σ 絞り 4 の開口の大きさを調整することによって所望の値に設定される。以下では、この開口半角 θ_1 の正弦である $\sin \theta_1$ を「照明光学系の開口数 NA_i」と呼ぶ。また、この照明光学系の開口数 NA_i の、投影光学系 6 の入射側の開口数 NA_m に対する比の値（= NA_i / NA_m）は、一般にコヒーレンスファクタ（ σ 値）と呼ばれている。

本例の投影露光装置の解像度 R は、通常の投影露光装置と同様に、露光波長 λ 、プロセス係数 k、投影光学系 6 の射出側の開口数 NA を用いて次式で表される。

$$R = k \cdot \lambda / NA \quad (2)$$

また、その射出側の開口数 NA は、基板 26 上の一点に集光する光束の入射角の最大値（開口半角） θ_3 の正弦であり（即ち、 $NA = \sin \theta_3$ ）、投影光学系 6 の入射側の開口数 NA_m は、マスターレチクル MR 上の一点から発して基板 26 に到達する光束のマスターレチクル MR に

対する射出角の最大値（開口半角）の正弦である（即ち、 $NA_m = \sin \theta_2$ ）ため、次の関係がある。

$$NA = \beta \times NA_m \quad (3)$$

ただし、上記のように $1/\beta$ は投影光学系 6 の縮小倍率である。また、
5 マスターレチクル MR を通過して基板 26 に到達する光束は、投影光学系 6 内の開口絞り 7 によって制限されるため、開口絞り 7 の開口の大きさを調整自在な構成とすることで、開口数 NA、ひいては開口数 NA_m を所望の値に調整することができる。以下、投影光学系 6 の光軸 AX に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面内で図 1 の紙面に平行に X 軸を、
10 図 1 の紙面に垂直に Y 軸を取って説明する。

まず、マスターレチクル MR は、レチクルステージ 13 上に保持され、レチクルステージ 13 は、レチクルベース 14 上でマスターレチクル MR を X 方向、Y 方向、及び回転方向に所定範囲内で位置決めする。レチクルステージ 13（マスターレチクル MR）の位置は、レチクルステージ駆動系 15 内に組み込まれたレーザ干渉計によって高精度に計測されており、その位置情報及び主制御系 16 からの制御情報に基づいて、レチクルステージ駆動系 15 はレチクルステージ 13 の位置を制御する。
15

また、マスターレチクル MR の上方には、レチクルアライメント顕微鏡（以下、「RA 顕微鏡」という）19A、19B が配置され、この RA 顕微鏡 11 により、マスターレチクル MR 上のアライメントマーク 27A、27B（図 4 参照）の位置が計測され、その計測結果が主制御系 16 に供給される。主制御系 16 は、この計測結果に基づいてマスターレチクル MR のアライメントを行う。
20

一方、ワーキングレチクル用の基板 26 は、不図示の基板ホルダ上に吸着保持され、この基板ホルダは Z チルトステージ 8 上に固定され、Z チルトステージ 8 は XY ステージ 9 上に 2 次元的に移動自在に載置され
25

ている。XYステージ9は、例えばリニアモータによって、X方向、Y方向、及び回転方向にZチルトステージ8を位置決めする。そして、Zチルトステージ8の上端に固定された移動鏡10、及びレーザ干渉計11によってZチルトステージ8のX座標、Y座標及び回転角が計測され、
5 これらの計測値が主制御系16、及び基板ステージ駆動系12に供給され、基板ステージ駆動系12は、その計測値及び主制御系16からの制御情報に基づいて、XYステージ9の動作を制御する。

また、Zチルトステージ8には、基板26のフォーカス位置（光軸AX方向の位置）、及び傾斜角を制御する駆動機構が組み込まれている。
10 そして、不図示のオートフォーカスセンサにより、基板26の表面の複数の計測点でフォーカス位置が計測されており、この計測結果に基づいてZチルトステージ8は、オートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で基板26の表面を投影光学系6の像面に合わせ込む。Zチルトステージ8、及びXYステージ9より基板ステージが構成されている。

15 また、1枚の基板26上に、マスターレチクルMR、及び他のマスターレチクルの親パターンの縮小像を画面継ぎしながら露光することも可能であり、この場合には、レチクルステージ13の近傍に設けられたレチクルローダ（不図示）により、マスターレチクルの交換が行われる。そして、レチクルステージ13上に搬送されるマスターレチクル（例え
20 ばパターン面、又は端面）にはそれぞれ親パターンの種類、及びワーキングレチクル上に転写されてからの照明条件や結像条件等の条件がバーコードBCとして記録されており、主制御系16は、バーコードリーダー17を介して各マスターレチクルにそれぞれ付設されたバーコードBCを読み込むことによって、その条件を認識する。主制御系16内の記憶
25 部には、バーコードBCから読み取られる条件に対応する照明条件等の情報が例えばテーブルとして記憶されており（詳細後述）、この情報に

基づいて当該マスターレチクルMRに対する照明条件（ σ 値等）等を設定する。

実際に、マスターレチクルMR上の親パターンの像を基板26上に転写する際には、基板26上には予めクロム（Cr）膜等の遮光膜を形成し、この上にフォトレジストを塗布しておく。そして、まずRA顕微鏡19A、19Bを用いてマスターレチクルMRのアライメントを行った後、XYステージ9を駆動することによってZチルトステージ8上の基板26の所定のショット領域を投影光学系6の露光領域に移動する。また、マスターレチクルMR上の所望のパターンのみが照明されるように、コンデンサレンズ系5内の不図示のレチクルブラインドを調整して、照明光学系からの露光光ILによってマスターレチクルMRを照明し、その照明されたパターンの縮小像を投影光学系6を介して基板26上に投影露光する。続いて、仮にマスターレチクルMR上の異なる領域のパターンの像を、基板26上の異なるショット領域に転写する際には、上記のレチクルブラインドをその異なる領域のパターンが照明されるように再調整し、Zチルトステージ8をステップ移動させて基板26上の次のショット領域を投影光学系6の露光領域に移動して、画面継ぎを行いながら露光光ILを照射する。

また、マスターレチクルMRとは異なる別のマスターレチクルのパターンを露光する際には、レチクルステージ13上でマスターレチクルの交換を行った後、Zチルトステージ8（基板26）のステップ移動を行ってから、画面継ぎを行いながら露光を行う。このようにして、基板26上の複数のショット領域にマスターレチクルのパターン像を露光するという動作がステップ・アンド・リピート方式（ステップ・アンド・スティッチ方式）で繰り返されて、基板26上に所定の親パターンの全体の縮小像が転写される。その後、フォトレジストの現像、遮光膜のエッ

チング、レジスト剥離等の工程を経ることで、基板 26 はワーキングレチクルWR、即ち実際にデバイスのパターンを露光する際に使用されるレチクルとなる。

5 このようにして本例の光学式の投影露光装置により製造されたワーキングレチクルWRは、図 1 の投影露光装置とほぼ同様な構成の半導体デバイス製造用の投影露光装置に装填される。

10 図 4 に示すように、この投影露光装置は照明光学系 31、及び縮小倍率 $1/\alpha$ ($1/\alpha$ は例えば $1/4$, $1/5$ 等) の投影光学系 33 を備え、所定の照明条件の照明光学系 31 からの露光用の照明光 (露光光) 32 によってワーキングレチクルWRが照明され、そのワーキングレチクルWRのパターンの縮小像 24 が投影光学系 33 を介してウエハW上のショット領域SAに転写される。半導体デバイス製造用の投影露光装置のステージ系等は、図 1 のワーキングレチクル製造用の投影露光装置とほぼ同様の構成であるため、ここでの説明は省略する。もちろん、半導体
15 デバイス製造用の投影露光装置では、図 1 のマスターレチクルMRがワーキングレチクルWRに、基板 26 がウエハに置き換えられる。

20 次に、図 4 に示すように照明光学系 31 でワーキングレチクルWRを照明し、このパターンの縮小像を投影光学系 33 を介してウエハW上に転写する際には、光近接効果によって或る程度の投影像の変形、ひいては形成されるパターンの変形が生じる。特に転写対象のパターンが微細な密集パターンである場合には、その変形量が所定の許容範囲を超える恐れがある。そこで、本例では、図 2 を参照して説明するように、光近接効果の影響の補正を行うようにしている。

25 図 2 (A) は、本例のマスターレチクルMRを示し、この図 2 (A) において、マスターレチクルMRは、基板 40 上にパターンP1A~P5Aよりなる親パターン41を形成したものである。親パターン41は、

最終的に製造される半導体デバイスの或るレイヤの回路パターンを相似に拡大したものである。親パターン41の大きさは、半導体デバイス製造用の投影露光装置（図4の投影光学系33）の縮小倍率 $1/\alpha$ 、及びワーキングレチクル製造用の投影露光装置（図1の投影光学系6）の縮小倍率 $1/\beta$ を用いて、最終的に製造される半導体デバイスの回路パターンを $\alpha \cdot \beta$ 倍に拡大したものとなっている。なお、親パターン41を構成する各パターンは、便宜上太い線幅で表されているが、実際にはそれぞれ幅が μm のオーダーの微細なパターンである。また、図2（A）と、図2（B1）、（B2）と、図2（C1）、（C2）とは実際には相互の倍率が異なっているが、便宜上図面上では同じ大きさで示している。

ところで、従来は、図4の投影光学系33の縮小倍率 $1/\alpha$ の逆数の α 倍を用いて、図2（B2）に示すように、最終的に製造される半導体デバイスの回路パターンを α 倍に拡大したマスクパターン41B2を基板上に描画してワーキングレチクルWR'を製造していた。そのマスクパターン41B2を構成するパターンP1B'～P5B'は、図2（A）の親パターン41のパターンP1A～P5Aをそれぞれ正確に $1/\beta$ 倍に縮小したパターンでもある。しかしながら、このワーキングレチクルWR'のマスクパターン41B2を転写すると、光近接効果によってウエハ上に形成されるパターンが変形してしまう場合がある。特に、最近の半導体デバイス製造用の投影露光装置では、解像度を高めるため照明条件をコヒーレンスファクタ（ σ 値）の大きい条件（ $1 \geq \sigma \geq 0.7$ ）にしたり、輪帯照明等の変形照明を使用したりしているため、転写されるパターンの内、ワーキングレチクル上においてその近傍に他のパターンが存在しない部分（孤立的部分）の像が、光近接効果により細くなって転写されてしまう。

図2（C2）は、図2（B2）のワーキングレチクルWR'のマスク

パターン 4 1 B 2 を σ 値の大きな照明条件 ($1 \geq \sigma \geq 0.7$) で露光した際にウエハ上に形成されるパターン 4 1 C 2 を示し、この図 2 (C 2) において、パターン 4 1 C 2 の内のパターン P 1 C' , P 2 C' , P 3 C' の孤立的部分は、光近接効果により細くなって転写されている。一方、パターン P 1 C' の周期的部分、及び周期的なパターン P 4 C' , P 5 C' はそれぞれ本来の線幅で転写されている。従来は、このような光近接効果によるパターンの変形を補正するために、O P C (Optical Proximity Correction) 処理を適用して、ワーキングレチクルのマスクパターンを描画する際に、予めマスクパターンの孤立的部分の線幅を太めに修正していたが、既に説明したように O P C 処理を適用するとそのパターンの補正データ量が膨大となり、描画時間がかかなり長くなってしま

う。

そこで、本例では、図 2 (A) のマスターレチクル MR を用いて、半導体デバイス製造用の投影露光装置の照明条件に応じて、ワーキングレチクル製造用の投影露光装置の照明条件を設定することによって、ワーキングレチクルのマスクパターンを転写する際の光近接効果によるパターンの変形を補正する。例えば本例の投影露光装置の図 4 の照明光学系 3 1 では、解像度を高めるために照明条件をコヒーレンスファクタ (σ 値) の大きな条件 ($1 \geq \sigma \geq 0.7$) としているため、図 1 の投影露光装置の照明条件は、 σ 値の小さな条件 ($0.1 \leq \sigma \leq 0.4$) に設定される。

この場合、 σ 値が 0.1 より小さいと、露光光の光量が低下すると共に、投影光学系の収差の影響が大きくなる。また、 σ 値が 0.4 より大きいと、光近接効果の影響が小さくなり、十分な補正量が得られない。

この σ 値の小さな照明条件で、図 2 (A) のマスターレチクル MR の親パターン 4 1 を基板 2 6 上に縮小投影して、現像及びエッチングを行っ

た結果、図2 (B1) に示すように、ワーキングレチクルWR上にマスクパターン41B1が形成される。図2 (B1) のワーキングレチクルWRにおいては、 σ 値が小さいために、光近接効果が σ 値が大きい場合とは逆に孤立的部分の線幅を太くする方向に働くため、マスクパターン41B1を構成するパターンP1B, P2B, P3Bの孤立的部分の線幅が設計値 (親パターン41を正確に $1/\beta$ 倍した幅) より太くなって形成され、パターンP1Bの周期的部分、及び周期的なパターンP4B, P5Bの線幅は設計値通りである。

次に、半導体デバイス製造用の投影露光装置を用いて、ワーキングレチクルWRのマスクパターン41B1の縮小像をウエハ上に転写する。この際に生じる光近接効果は、ワーキングレチクル製造用の投影露光装置において生じる光近接効果を相殺するように孤立的部分を細くする方向に働くため、図2 (C1) に示すように、ウエハ上に形成されるパターン41C1を構成するパターンP1C~P5Cの寸法は設計値通りのものとなる。

なお、半導体デバイス製造用の投影露光装置において、輪帯照明等の変形照明を使用する場合にも、光近接効果は孤立的部分を細くする方向に働くため、この場合にも、ワーキングレチクル製造用の投影露光装置の照明条件は、光近接効果が孤立的部分を太くする方向に働くようなコヒーレンスファクタ (σ 値) の小さい条件 ($0.1 \leq \sigma \leq 0.4$) に設定される。

なお、半導体デバイス製造用の投影露光装置の高解像度化技術として、位相シフトレチクルを使用する場合には、その投影露光装置のコヒーレンスファクタ (σ 値) を0.4程度以下に絞った方が好ましい場合もある。このような場合には、半導体デバイス製造用の投影露光装置において生じる光近接効果が孤立的部分を太くする方向に働くため、ワーキン

グレチクル製造用の投影露光装置では、光近接効果が孤立的部分を細くする方向に働くように、コヒーレンスファクタ（ σ 値）を 0.7 程度以上で 1 以下に設定するか、照明光学系を輪帯照明に設定するものとする。これによって、ワーキングレチクルとして位相シフトレチクルを使用する場合にも、OPC 処理を行うことなくウエハ上に設計値通りの寸法のパターンを形成することができる。

以上の実施の形態において、1 枚のマスタレチクル MR から転写できる領域は最新の光学式の投影露光装置を使用した場合であっても、20 mm 角程度の面積であり、更に 1/4 倍に縮小するものとする、ウエハ上では 5 mm 角程度の面積にしかない。そのため、実際にワーキングレチクル WR を製造する際には、複数枚のマスタレチクルを製造し、それらの親パターンを画面継ぎを行いながら順次ワーキングレチクル用の基板 26 に転写することになる。

次に、上記の実施の形態のワーキングレチクルの製造方法を適用した半導体デバイスの製造工程の一例につき図 3、及び図 4 を参照して説明する。

図 3 は、本例のマスタレチクルに形成される親パターンの設計工程を示し、この図 3 において、まず最終的に製造される半導体デバイスの或るレイヤの回路パターン 20 が設計される。回路パターン 20 は直交する辺の幅が dX 、 dY の矩形の領域内に種々のライン・アンド・スペースパターン等を形成したものである。なお、図 3 及び図 4 に示されている回路パターン 20 等は、実際の回路パターンに比べて太い線幅の仮想的なパターンである。本例では、その回路パターン 20 を α 倍（ $\alpha > 1$ ）に拡大して、直交する辺の幅が $\alpha \cdot dX$ 、 $\alpha \cdot dY$ の矩形の領域よりなるマスクパターン 21 をコンピュータの設計データ（画像データを含む）上で作成する。 α 倍は、ワーキングレチクルが使用される投影露

光装置の縮小倍率 ($1/\alpha$) の逆数であり、 α は例えば 4, 5 等である。

次に、そのマスクパターン 21 を β 倍 ($\beta > 1$) に拡大して、直交する辺の幅が $\alpha \cdot \beta \cdot dX$, $\alpha \cdot \beta \cdot dY$ の矩形の領域よりなる親パターン 22 を設計データ (画像データを含む) 上で作成し、その親パターン 22 を縦横に分割して N 個の部分親パターン P_1 , P_2 , ..., P_N を設計データ上で作成する。図 3 では、 $N = 16$ の例が示されている。なお、 β 倍は、図 1 の投影露光装置の投影光学系 6 の縮小倍率 ($1/\beta$) の逆数である。

図 4 は、本例のワーキングレチクル及び半導体デバイスの製造工程を示し、この図 4 において、まず図 3 の部分親パターン P_i ($i = 1 \sim N$) よりそれぞれ電子線描画装置 (又はレーザビーム描画装置等も使用できる) 用の描画データを生成し、その部分親パターン P_i をそれぞれ等倍で、遮光膜が形成され、この上にレジストが塗布されたガラス基板上のパターン領域 25 に描画し、現像及びエッチングを行うことによって、マスターマスクとしてのマスターレチクル R_i ($i = 1 \sim N$) を作成する。この際に各マスターレチクル R_i 上には部分親パターン P_i に対して所定の位置関係で 2 つの 2 次元マークよりなるアライメントマーク 27A, 27B を形成しておく。このアライメントマーク 27A, 27B は、画面継ぎ露光を行う際の位置合わせ用に使用される。

次に、図 1 のワーキングレチクル製造用の投影露光装置を用いて、その N 枚のマスターレチクル R_i の部分親パターン P_i の $1/\beta$ 倍の縮小像 PW_i ($i = 1 \sim N$) を、順次画面継ぎを行いながら遮光膜が形成されフォトリソが塗布された基板 26 上に転写し、現像、及びエッチング等を行ってマスクパターン 23 を形成することによってワーキングレチクル WR を製造する。また、基板 26 上には、マスクパターン 23 に対して所定の位置関係で 2 つの 2 次元のアライメントマーク 28A,

28 Bを形成しておく。アライメントマーク28 A、28 Bは、マスクパターン23の一部として転写してもよい。

次に、半導体デバイス製造用の投影露光装置にワーキングレチクルWRをロードして、照明光学系31からの露光光32でワーキングレチクルWRを照明し、ワーキングレチクルWR上のマスクパターン23の像24を投影光学系33を介して縮小倍率 $1/\alpha$ で、フォトレジストの塗布されたウエハW上の各ショット領域SAに順次転写した後、現像やエッチング等を行うことにより、或るレイヤの回路パターンが形成される。更に、露光工程、パターン形成工程を繰り返した後、ダイシング工程やボンディング工程を経ることによって、所望のデバイスが製造される。

本例の半導体デバイス製造用の投影露光装置では、高解像度を得るため照明光学系31にはコヒーレンスファクタの大きい照明条件が設定されている。この際の光近接効果の影響を相殺するために、マスターレチクルR_iの部分親パターンP_iの縮小像を基板26上に転写するための投影露光装置の照明条件は、コヒーレンスファクタの小さい条件に設定されている。これによって、ウエハW上に投影される像24、ひいてはその上に形成される回路パターンの寸法は、最初に設計された回路パターン20（図3参照）通りのものとなる。

また、各部分親パターンP_iは、 $1/\beta$ に縮小して投影されるため、電子線描画装置による各部分親パターンP_iの描画誤差も実質的に $1/\beta$ に軽減される。更に、各部分親パターンP_iの描画データは、図3の回路パターン20の描画データの $1/N$ であるため、各部分親パターンP_iの描画時間は短くて済み、描画中のドリフトも小さくなるため、N枚のマスターレチクルR₁～R_Nは、全体として短時間に、かつ高精度に製造することができる。更に、ワーキングレチクルWRを複数枚製造する場合には、そのN枚のマスターレチクルR₁～R_Nのパターンを繰

り返して転写すればよいだけであるため、複数枚のワーキングレチクルWRを極めて低コストに、かつ短時間に製造することができ、半導体デバイスを安価に量産することができる。

5 なお、本例のように分割した部分親パターンを全て異なるマスターレチクルR1～RN上に形成する必要はなく、いくつかの部分親パターンを、同一のマスターレチクル上に形成するようにしてもよい。この場合には、1枚のマスターレチクルに形成された複数の部分親パターンの内から所望の部分親パターンを選択してワーキングレチクル用の基板上に転写すればよい。

10 また、このようにワーキングレチクルに形成するマスクパターンを複数の部分親パターンに分割する際には、例えば面積を等分して分割するようにしてもよいが、特定の機能を有するユニット回路パターン毎、例えばシステムLSIを構成するIP (Intellectual Property) 部毎に分割することが望ましい。即ち、CPUコア部、RAM部、ROM部、A/D変換部、D/A変換部等の各ユニット回路パターン毎に、それぞれ異なるマスターレチクルに形成することが望ましい。この場合には、異なる品種のシステムLSI用のワーキングレチクルを製造する際に、共通するIP部については、同一のマスターレチクルを使用することができ、マスターレチクルの製造枚数を少なくすることができる。従って、
15 ワーキングレチクルの製造コスト、ひいてはシステムLSIの製造コストを削減することができる。

20 また、親パターンを複数の部分親パターンに分割する際には、必ずしも各部分親パターン間のつなぎ部を直線とする必要はなく、パターンが分断されないようにパターンの形状にあわせてつなぎ部を形成するようにしてもよい。また、各部分親パターン間のつなぎ部（境界部）には、
25 パターンの接続部が存在していてもしていなくてもよい。

なお、本例ではワーキングレチクルの製造に際して、一括露光型の投影露光装置を使用した。その代わりにステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の縮小投影露光装置を使用してもよい。走査露光型の縮小投影露光装置では、露光時にマスターレチクルとレチクル基板とが投影光学系に対して縮小倍率比で同期走査される。光学式の走査型縮小投影露光装置を使用することによって、投影光学系のディストーション等が軽減できる。

以上のように、本例では、設計データ上でマスクパターンにOPC処理を施す場合と比較して、マスクパターンを構成する各パターン毎に補正処理を施す必要がない。更に、補正処理によるパターンのデータ量の増大がなく電子線描画装置等による親パターンの描画時間も短くて済むため、ワーキングレチクルを製造する場合の製造時間が大幅に短縮され、低コストにワーキングレチクルを製造することができる。また、一般的な電子デバイスの製造ラインでは、量産品種の製造に際してその品種の製造に必要なワーキングレチクルを複数組作製し、複数の投影露光装置を使用して電子デバイスの製造が行われる。このような形態下では、一度マスターレチクルを製造すれば、そのマスターレチクルを繰り返し使用することによって、必要な枚数のワーキングレチクルを製造できるため、マスターレチクルを製造するための時間は、大きな負担とはならない。

なお、図1のワーキングレチクル製造用の投影露光装置においては、投影光学系6のディストーションによるマスクパターンの位置ずれ量が補正されるように、マスターレチクルMR上での親パターンの形成位置を所定量ずらすことが好ましい。このようにマスクパターンの位置ずれを、マスターレチクルMRに親パターンを形成する段階、即ち形成するパターンが大きい段階で補正を行うことによって、高精度な位置補正を

行うことができる。また、図1の投影露光装置では、ワーキングレチクル用の基板26を吸着することなくZチルトステージ8上で3点支持している。このため、基板26の自重による撓みを実測、又は計算（シミュレーション）にて求めておき、その撓みによる親パターンと基板26との位置ずれ量が補正されるように、その撓み量に基づいてマスターレチクルMR上での親パターンの形成位置を所定量ずらすことが望ましい。

5 このとき、その撓みによる基板26の変形を相殺するように、その撓み量に基づいて投影光学系6の投影倍率やディストーションなどを調整するようにしてもよい。なお、投影光学系6のディストーションや自重

10 による撓みなどに応じて、マスターレチクルMR上での親パターンの形成位置をずらす代わりに、図1の投影露光装置でマスターレチクルMRと基板26とのアライメント位置を所定量ずらすようにしてもよい。

ところで、図4ではデバイス製造用の投影露光装置として光学式を用いるものとしたが、例えば電子線、又はイオンビームなどの荷電粒子線を用いる露光装置、X線を用いるプロキシミティ方式の露光装置、あるいは軟X線領域のEUV光を用いる投影露光装置などであってもよい。

15 即ち、本発明によって製造可能なフォトマスクは透過型、又は紫外線用に限られるものではなく、荷電粒子線やX線用のフォトマスク（メンブレンマスク、ステンシルマスクなど）、あるいはEUV用の反射型のフォトマスクなどであってもよい。なお、ワーキングレチクルは位相シフトレチクルであってもよいし、図4の投影露光装置を用いて製造するデバイス

20 は半導体デバイスに限られるものではなく、液晶表示素子、撮像素子（CCD）、薄膜磁気ヘッド、ディスプレイなど、いかなるデバイスであってもよい。

25 ところで、図1、図4に示した投影露光装置では、照明光学系内に配置するオプティカルインテグレータとしてフライアイレンズの代わりに

ロッドインテグレータを用いてもよく、あるいはフライアイレンズとロッドインテグレータとを組み合わせ用いてもよい。ロッドインテグレータを用いる場合にはその入射面が照明光学系内のフーリエ変換面とほぼ一致し、かつその射出面が照明光学系内でレチクルのパターン面とほぼ共役となるように配置される。従って、レチクルブラインド（視野絞り）はロッドインテグレータの射出面に近接して配置され、開口絞り板4はロッドインテグレータの入射面に近接して配置されるか、あるいはロッドインテグレータとレチクルとの間に設定されるフーリエ変換面（瞳面）に配置される。

また、図1、図4中の投影光学系は複数の屈折光学素子のみからなる屈折系に限られるものではなく、屈折光学素子と反射光学素子（凹面鏡等）とを有する反射屈折系、あるいは複数の反射光学素子のみからなる反射系であってもよい。ここで、反射屈折型の投影光学系としては、反射光学素子として少なくともビームスプリッタ、及び凹面鏡を有する光学系、反射光学素子としてビームスプリッタを用いずに凹面鏡とミラーとを有する光学系、米国特許第5031976号、第5788229号、及び第5717518号に開示されているように、複数の屈折光学素子と2つの反射光学素子（少なくとも一方は凹面鏡）とを同一光軸上に配置した光学系等がある。なお、図4中の投影光学系は等倍系、又は拡大系であってもよい。

更に図1の投影露光装置では、照明光学系の開口絞りの交換装置、又は σ 絞り4の駆動系4aを用いて変形照明の実施、又は σ 値の変更等を行うものとしたが、例えば露光光源1とオプティカル・インテグレータ3との間に少なくとも1つの移動自在な光学素子を配置し、オプティカル・インテグレータ3の入射面上での照明光の強度分布（即ちその大きさ）を変更するように構成してもよい。また、その少なくとも1つの光

学素子よりも露光光源 1 側に一对の円錐プリズム（アキシコン）を更に配置し、その一对のアキシコンの光軸方向に関する間隔を調整することで、オプティカル・インテグレータ 3 の入射面上での照明光を、その強度分布が中心部よりもその外側で高くなる輪帯状に変更可能に構成してもよい。これにより、フライアイレンズでは照明光学系内のフーリエ変換面に配置されるその射出側焦点面上、ロッドインテグレータではその入射面、あるいはその射出面とレチクルとの間に設定される照明光学系のフーリエ変換面上での照明光の強度分布を変更することが可能となる。また、 σ 値を小さくしたり、あるいは通常照明を変形照明（例えば輪帯照明）に変更しても、その変更に伴う照明光の光量損失を大幅に低減することができ、高スループットの維持が可能となる。なお、照明光学系内のフーリエ変換面上での照明光の強度分布をその中心部よりも照明光学系の光軸から偏心した 4 つの局所領域内でそれぞれ高める変形照明法を採用する場合には、例えば一对のアキシコンの間隔調整によってフーリエ交換面上での照明光の強度分布を輪帯状にし、かつ 4 つの局所領域を規定するための遮光板（又は減光板）をそのフーリエ変換面に配置すればよい。また、光源からの照明光を入射して、例えば前述の 4 つの局所領域内に分布する回折光を発生する回折光学素子を用いるようにしてもよい。なお、通常照明、又は輪帯照明を行うときにはその回折光学素子を、照明光学系の光軸を中心とする矩形又は円形の所定領域に回折光を分布させる別の回折光学素子と交換可能に構成することが望ましい。

また、エキシマレーザや F_2 レーザ等の代わりに、DFB 半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム（Er）（又はエルビウムとイッテリビウム（Yb）との両方）がドーパされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。

例えば、単一波長レーザの発振波長を $1.51 \sim 1.59 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波長が $189 \sim 199 \text{ nm}$ の範囲内である8倍高調波、又は発生波長が $151 \sim 159 \text{ nm}$ の範囲内である10倍高調波が出力される。特に発振波長を $1.544 \sim 1.553 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、
5 $193 \sim 194 \text{ nm}$ の範囲内の8倍高調波、即ちArFエキシマレーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を $1.57 \sim 1.58 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、 $157 \sim 158 \text{ nm}$ の範囲内の10倍高調波、即ちF₂レーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

また、発振波長を $1.03 \sim 1.12 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波
10 長が $147 \sim 160 \text{ nm}$ の範囲内である7倍高調波が出力され、特に発振波長を $1.099 \sim 1.106 \mu\text{m}$ の範囲内とすると、発生波長が $157 \sim 158 \mu\text{m}$ の範囲内の7倍高調波、即ちF₂レーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。なお、単一波長発振レーザとしてはイッテリビウム・ドープ・ファイバーレーザを用いる。

更に、露光用照明光は遠紫外光（DUV光）、又は真空紫外光（VUV光）等に限られるものではなく、波長が $5 \sim 15 \text{ nm}$ 、例えば 13.4 nm 又は 11.5 nm の軟X線領域の極端紫外光（EUV光/XUV光）であってもよい。なお、遠紫外光や真空紫外光等を用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドープされた石英ガラス、蛍石、フッ化マグネシウム、
20 又は水晶等が用いられる。また、EUV露光装置では反射型マスクが用いられ、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置等では透過型マスク（ステンシルマスク、メンブレンマスク）が用いられ、マスク基板としてはシリコンウエハ等が用いられる。

25 なお、複数の光学素子から構成される照明光学系、及び投影光学系を投影露光装置本体に組み込んで光学調整を行うとともに、多数の機械部

品からなるレチクルステージやウエハステージを投影露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）を行うことにより上記実施の形態の投影露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。更に、明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む、1998年12月18日付提出の日本国特許出願第10-360594号の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用してここに組み込まれている。

産業上の利用の可能性

本発明の第1のフォトマスクの製造方法によれば、その第1の条件のもとで生じる例えば光近接効果に伴う投影像の変形に対する補正がされたフォトマスクを製造することができる。この際に、設計データ上でマスクのパターンを構成するパターン毎に補正を行う場合に比べて、補正処理に要する時間が大幅に短縮され、補正処理によるパターンのデータ量の増加もないため、マスターマスク上の親パターンを例えば電子線描画装置等を用いて描画する際に、その描画時間も大幅に短縮される。従って、その第1の条件のもとで生じる光近接効果に対する補正が実質的に施されたフォトマスクを低コスト、かつ短時間に製造することができる。

同様に、本発明の第2のフォトマスクの製造方法によれば、その第1の照明条件のもとで生じる光近接効果に対する補正が施されたフォトマスクを低コスト、かつ短時間に製造することができる。

次に、本発明の第1又は第2のフォトマスクの製造装置によれば、本

発明のフォトマスクの製造方法を実施することができる。また、本発明のデバイスの製造方法によれば、光近接効果に対する補正が施されたフォトマスクを短時間に、かつ低コストで製造でき、ひいては高機能のデバイスを低コストに量産することができる。

- 5 また、本発明の第3のフォトマスクの製造方法によれば、デバイスを製造する際に生じる光近接効果に対する補正が施されたフォトマスクを、短時間、かつ低コストに製造することができる。

- 10 また、本発明の第1又は第2のフォトマスクによれば、短時間かつ低コストに光近接効果に対する補正が施されたフォトマスクが得られる利点がある。また、本発明のデバイスによれば、線幅精度等に優れた高機能のデバイスが得られる利点がある。

15

20

25

請 求 の 範 囲

1. 所定の第1の条件のもとで投影光学系を介して転写されるパターンが形成されたフォトマスクの製造方法であって、

5 前記パターンを拡大した親パターンを第1基板上に描画することによってマスターマスクを作製し、

前記第1の条件に応じて設定された第2の条件のもとで、前記マスターマスクの前記親パターンを縮小投影光学系を介して第2基板上に転写して前記フォトマスクを作製することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

2. 所定の第1の照明条件のもとで投影光学系を介して転写されるパターンが形成されたフォトマスクの製造方法であって、

前記パターンを拡大した親パターンを第1基板上に描画することによってマスターマスクを作製し、

15 前記第1の照明条件による投影像の変化を相殺するように設定された第2の照明条件のもとで、前記マスターマスクの前記親パターンを縮小投影光学系を介して第2基板上に転写して前記フォトマスクを作製することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

20 3. 前記第1の照明条件は、コヒーレンスファクタが0.7以上の照明、又は輪帯照明であり、

前記第2の照明条件は、コヒーレンスファクタが0.4以下で0.1以上の照明であることを特徴とする請求の範囲2記載のフォトマスクの製造方法。

25 4. 前記第1の照明条件は、コヒーレンスファクタが0.4以下で0.1以上の照明であり、

前記第2の照明条件は、コヒーレンスファクタが0.7以上の照明、

又は輪帯照明であることを特徴とする請求の範囲 2 記載のフォトマスクの製造方法。

5. 所定の第 1 の照明条件のもとで投影光学系を介して転写されるパターンが形成されたフォトマスクの製造装置であって、

5 前記パターンを拡大した親パターンが描画されたマスターマスクを保持するマスクステージと、

該マスクステージ上のマスクを複数の照明条件の何れかで照明する照明光学系と、

10 前記複数の照明条件中から前記第 1 の照明条件による投影像の変化を相殺するように選択した第 2 の照明条件を前記照明光学系に設定する制御系と、

前記マスクステージ上のマスクのパターンの像を所定の基板上に転写する縮小投影光学系と、

を有することを特徴とするフォトマスクの製造装置。

15 6. 所定のデバイスの製造方法であって、

前記デバイスの所定のレイヤのパターンを α 倍 (α は 1 より大きい実数) に拡大した第 1 パターンを作成し、該第 1 パターンを照明する際の第 1 の照明条件を設定する第 1 工程と、

20 該第 1 パターンを β 倍 (β は 1 より大きい実数) に拡大した親パターンを 1 枚又は複数枚の第 1 基板上に描画することによってマスターマスクを作製する第 2 工程と、

前記第 1 の照明条件による投影像の変化を相殺するように設定された第 2 の照明条件のもとで前記マスターマスクのパターンを $1/\beta$ 倍に縮小した光学像を第 2 基板上に転写することによってワーキングマスクを作製する第 3 工程と、

25 前記第 1 の照明条件のもとで前記ワーキングマスク上のパターンを 1

／ α 倍に縮小した像を前記第 3 基板上に転写する第 4 工程と、
を有することを特徴とするデバイスの製造方法。

7. デバイス製造に用いられる露光装置によって感光基板上に転写されるパターンを有するフォトマスクの製造方法であって、

5 前記パターンを拡大した親パターンの少なくとも一部が形成されるマスターマスクを投影光学系の物体面側に配置し、前記少なくとも一部の親パターンの近接度に応じた照明条件で前記マスターマスクを照明するとともに、前記投影光学系を介してその像面側に配置されるフォトマスク製造用の基板上に、前記少なくとも一部の親パターンの縮小像を転写して前記フォトマスクを製造することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

8. 前記照明条件は、前記露光装置と近接効果が逆特性となるように定められることを特徴とする請求の範囲 7 記載のフォトマスクの製造方法。

15 9. 前記照明条件は、前記マスターマスクに照明光を照射する照明光学系内の、前記マスターマスクのパターン面に対するフーリエ変換面上での、前記照明光の強度分布の形状と大きさとのうち少なくとも 1 つを所定の状態に設定するものであることを特徴とする請求の範囲 7 記載のフォトマスクの製造方法。

20 10. 前記親パターンは、少なくとも 2 つの領域に分けて形成され、該少なくとも 2 つの領域の縮小像を前記フォトマスク製造用の基板上になぎ合わせて転写することを特徴とする請求の範囲 7 ～ 9 の何れか一項記載のフォトマスクの製造方法。

11. デバイス製造に用いられる露光装置によって感光基板上に転写されるパターンを有するフォトマスクの製造装置であって、

25 前記パターンを拡大した親パターンの少なくとも一部が形成されるマスターマスクを照明する照明光学系と、

前記マスターマスクの縮小像をフォトマスク製造用の基板上に投射する投影光学系と、

5 前記少なくとも一部の親パターンの近接度に応じた前記マスターマスクの照明条件を前記照明光学系に設定する調整装置とを備えたことを特徴とするフォトマスクの製造装置。

1 2. 前記調整装置は、前記照明光学系内の前記マスターマスクのパターン面に対するフーリエ変換面上での前記照明光の強度分布を変更する光学部材を有することを特徴とする請求の範囲 1 1 記載のフォトマスクの製造装置。

10 1 3. 請求の範囲 1 ～ 4、7 ～ 9 の何れか一項記載のフォトマスクの製造方法を用いて製造されることを特徴とするフォトマスク。

1 4. 請求の範囲 5、1 1、又は 1 2 記載のフォトマスクの製造装置を用いて製造されることを特徴とするフォトマスク。

15 1 5. 請求の範囲 6 記載のデバイスの製造方法を用いて製造されることを特徴とするデバイス。

20

25

1/4

図 1

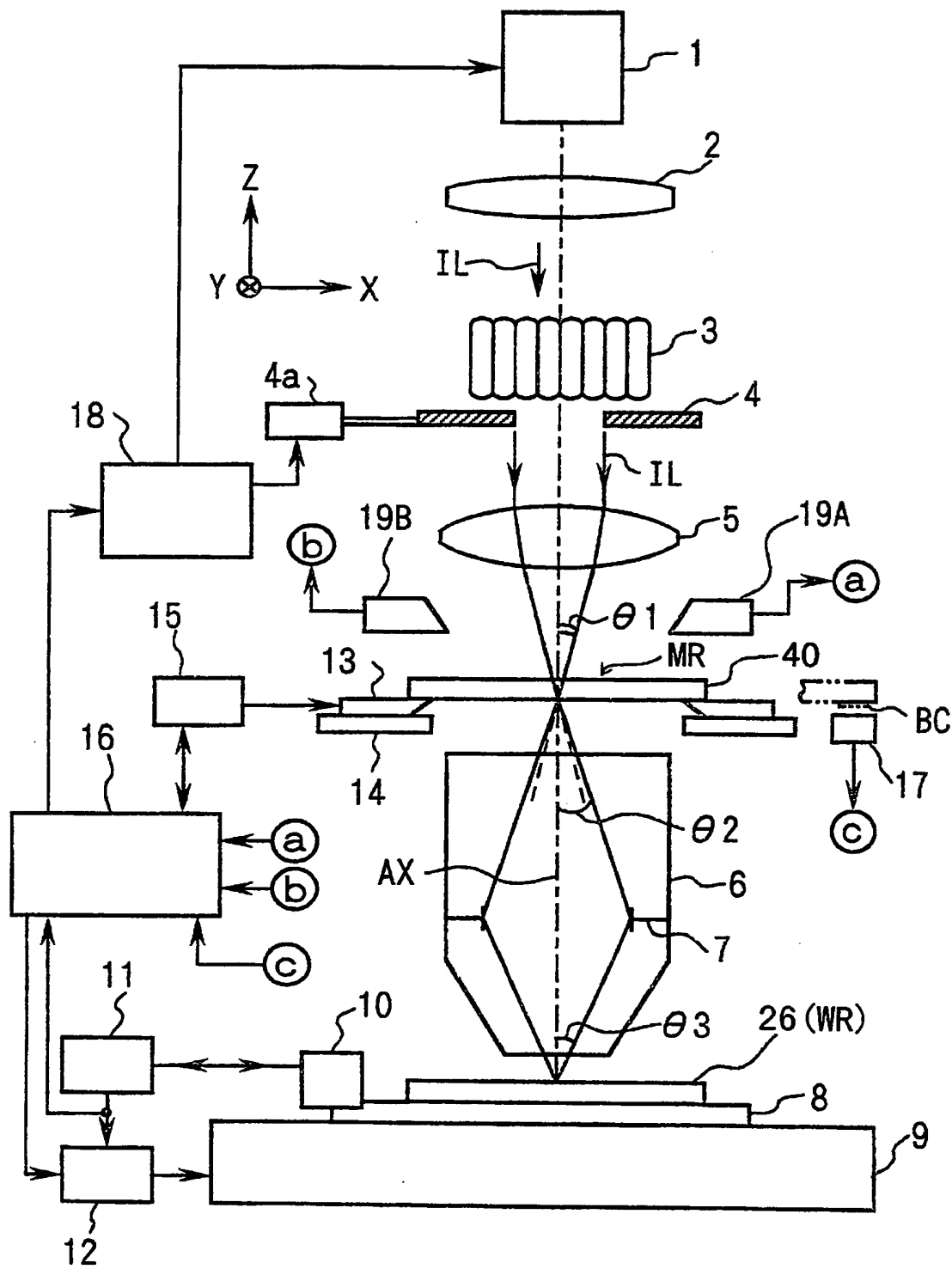


図 2

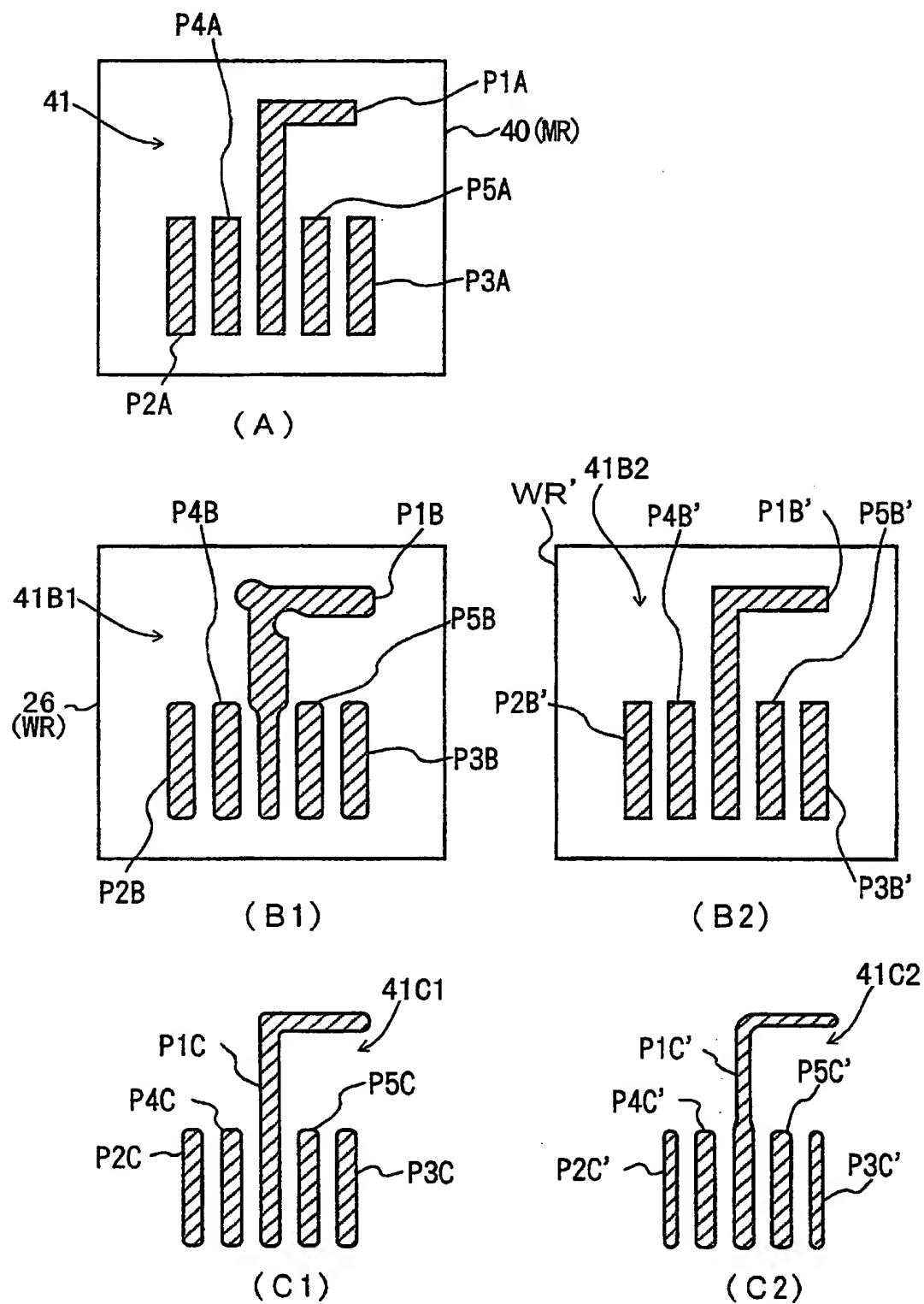


図 3

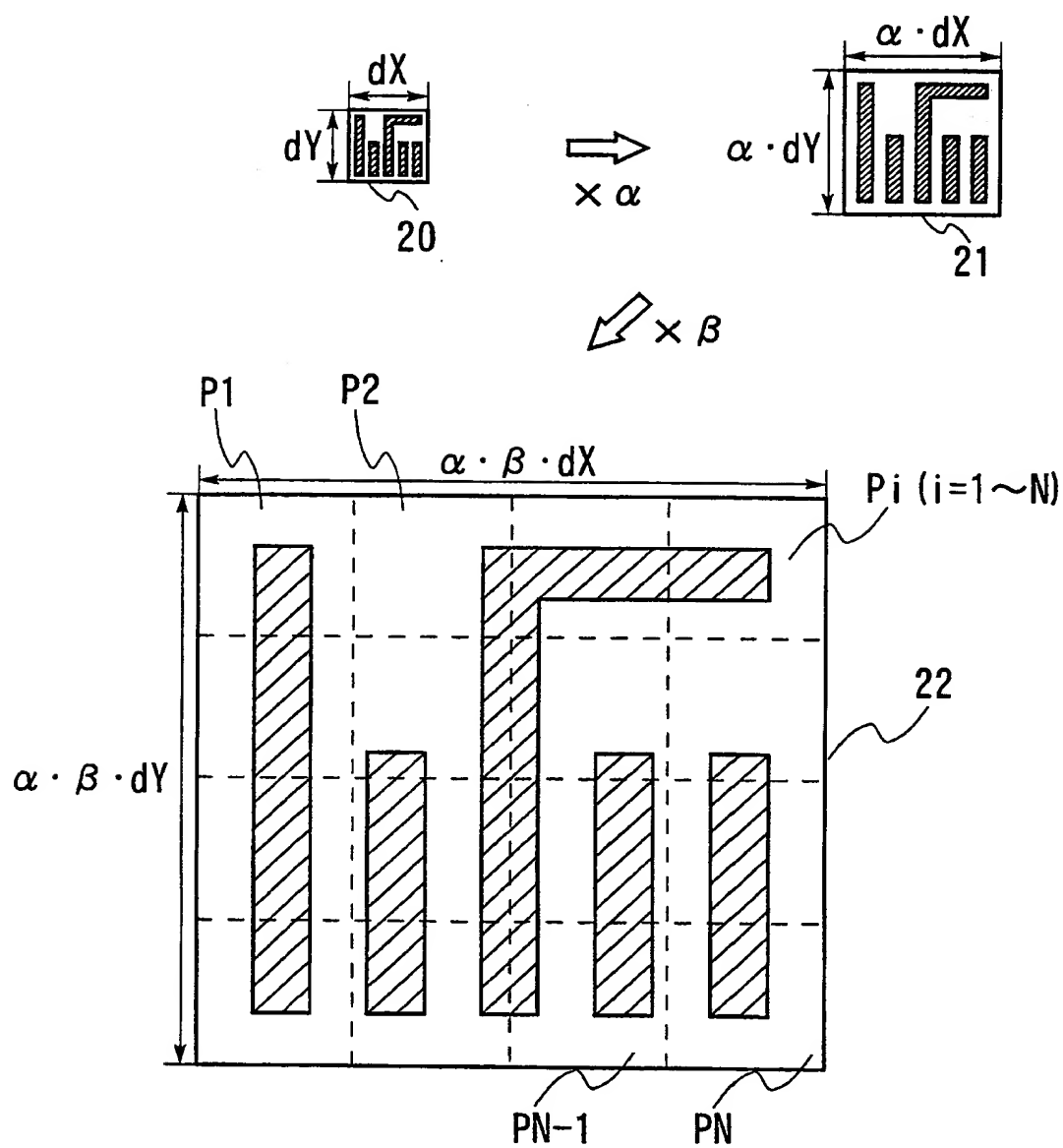
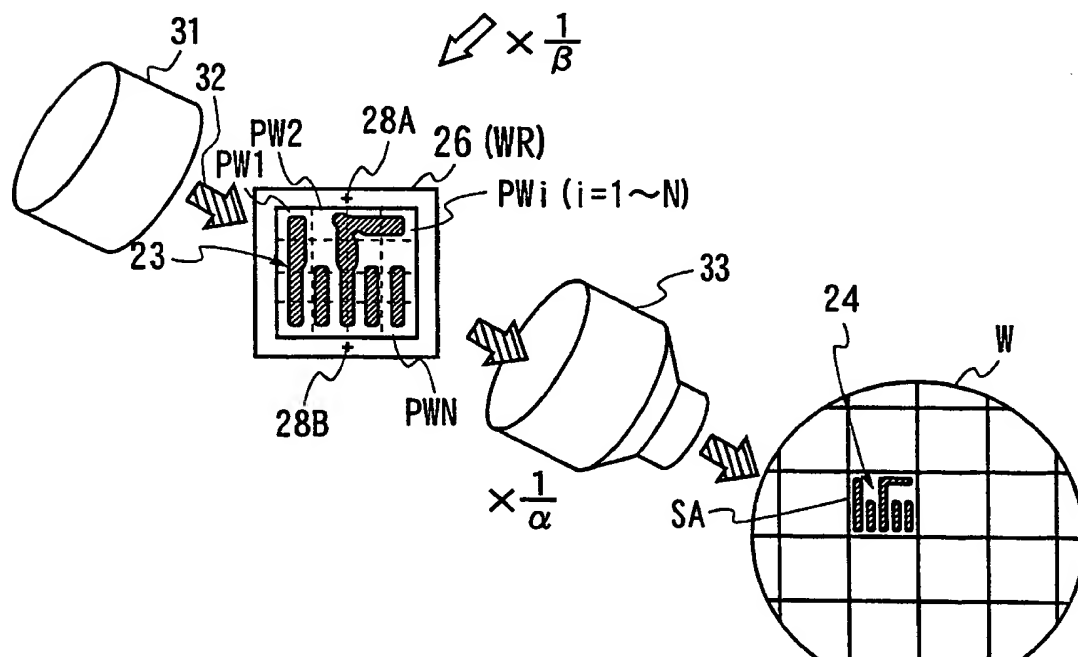
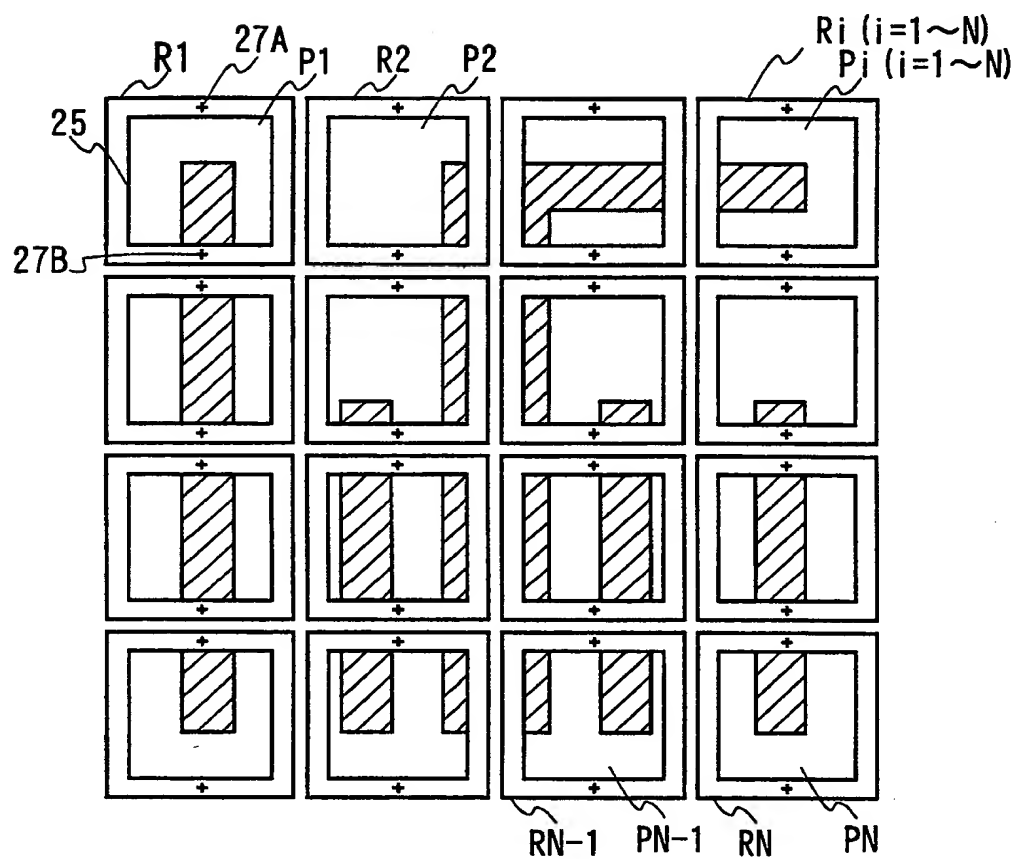


図 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G03F1/08, H01L21/027

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G03F1/08, H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 8-44038, A (Matsushita Electronic Corporation), 16 February, 1996 (16.02.96), example (Family: none)	1, 7, 9-15
Y	JP, 60-124822, A (Fujitsu Limited), 03 July, 1985 (03.07.85), the constituent feature of the Invention (Family: none)	1, 7, 9-15
Y	JP, 52-156567, A (Hitachi, Ltd.), 27 December, 1977 (27.12.77), Claims (Family: none)	1, 7, 9-15
Y	JP, 56-42234, A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 20 April, 1981 (20.04.81), Claims (Family: none)	1, 7, 9-15
A	JP, 7-152147, A (Sony Corporation), 16 June, 1995 (16.06.95), Claims (Family: none)	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 March, 2000 (07.03.00)

Date of mailing of the international search report
21 March, 2000 (21.03.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06962

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 9-244223, A (Toshiba Corporation), 19 September, 1997 (19.09.97), Claims & US, 5861866, A & KR, 97067583, A	1-15
A	JP, 1-278018, A (Hoya Corporation), 08 November, 1989 (08.11.89), Means to Solve the Problems (Family: none)	1-15

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 99/06962

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G03F1/08, H01L21/027

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G03F1/08, H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 8-44038, A (松下電子工業株式会社) 16. 2月. 1996 (16. 02. 96) 実施例 (ファミリーなし)	1, 7, 9-15
Y	J P, 60-124822, A (富士通株式会社) 3. 7月. 1985 (03. 07. 85) 発明の構成 (ファミリーなし)	1, 7, 9-15
Y	J P, 52-156567, A (株式会社日立製作所) 27. 12月1977 (27. 12. 77)	1, 7, 9-15

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 03. 00

国際調査報告の発送日

21.03.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩本 勉

2M

9710

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	特許請求の範囲 (ファミリーなし)	
Y	J P, 5 6 - 4 2 2 3 4, A (大日本印刷株式会社) 2 0 . 4 月 1 9 8 1 (2 0 . 0 4 . 8 1)	1, 7, 9 - 1 5
	特許請求の範囲 (ファミリーなし)	
A	J P, 7 - 1 5 2 1 4 7, A (ソニー株式会社) 1 6 . 6 月 . 1 9 9 5 (1 6 . 0 6 . 9 5)	1 - 1 5
	特許請求の範囲 (ファミリーなし)	
A	J P, 9 - 2 4 4 2 2 3, A, (株式会社東芝) 1 9 . 9 月 . 1 9 9 7 (1 9 . 0 9 . 9 7)	1 - 1 5
	特許請求の範囲 & U S, 5 8 6 1 8 6 6, A & K R, 9 7 0 6 7 5 8 3, A	
A	J P, 1 - 2 7 8 0 1 8, A (ホーヤ株式会社) 8 . 1 1 月 . 1 9 8 9 (0 8 . 1 1 . 8 9)	1 - 1 5
	課題を解決するための手段 (ファミリーなし)	

091868316

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 00/06163	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP99/06962	International filing date (day/month/year) 10 December 1999 (10.12.99)	Priority date (day/month/year) 18 December 1998 (18.12.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G03F 1/08, H01L 21/027		
Applicant NIKON CORPORATION		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

RECEIVED
OCT 26 2001
TC 1700

Date of submission of the demand 13 July 2000 (13.07.00)	Date of completion of this report 01 March 2001 (01.03.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/06962

I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/06962

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-15	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	2-6,8,15	YES
	Claims	1,7,9-14	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-15	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Claim 1

The reticle -- which "uses a pattern obtained by correcting the pattern distortion caused by diffraction when the wafer is illuminated through a reticle pattern as the aforementioned reticle pattern" -- described in document 1 [JP, 60-124822, A (Fujitsu Limited), 3 July 1985 (03.07.85)], cited in the ISR, is equivalent to the "photo mask on which is formed a pattern that is transferred via a projection optical system under the first conditions" described in claim 1.

The feature of "fabricating a photo mask by repeatedly exposing the reduced image of a reticle onto the image forming section of a photosensitive substrate for photo mask fabrication while moving the reduced image of the aforementioned reticle at a prescribed pitch" described in the claims of document 2 [JP, 56-42234, A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 20 April 1981 (20.04.81)], cited in the ISR, and the feature of "fabricating a photo mask with multiple projection exposures using a plurality of mask reticles" described in the claims of document 3 [JP, 52-156567, A (Hitachi, Ltd.), 27 December 1977 (27.12.77)] are both equivalent to the feature of "fabricating said photo mask by transferring said parent pattern of said master mask onto a second substrate via a reduction projection optical system under second conditions" described in claim 1.

One skilled in the art could have easily conceived the invention described in claim 1 based on the invention described in cited documents 1 to 3.

Furthermore, no particular operational effect is recognized in the feature of a "second condition set in response to the first condition" described in claim 1.

Claims 7, 9, and 11 to 14

See explanation regarding claim 1.

Furthermore, regarding the feature of "illuminating the master mask using illumination conditions based on the proximity of the parent pattern" described in claim 7, one skilled in the art could have easily conceived the idea of setting the illumination conditions at the time of exposure based on the proximity of the pattern.

One skilled in the art could also have easily arrived at the feature of "setting the intensity

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/06962

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of Box V (Citations and explanations):

distribution of the illumination light on a Fourier transform surface to a prescribed state” described in claim 9.

Claim 10

See explanation regarding claim 1.

The inventions described in documents 2 and 3 both “transfer the reduced images of at least two regions onto a substrate for producing a photo mask so that the images are connected together.”

Claims 2 to 6 and 15

The idea of setting the second illumination condition used when fabricating a photo mask from a master mask such that it cancels out the change in the projected image obtained with the first illumination condition used when transferring the photo mask pattern is not described in any of the documents cited in the ISR and would not have been obvious to one skilled in the art.

Claim 8

The idea of setting the illumination condition used when fabricating a photo mask from a master mask such that its proximity effect has the opposite characteristic as the proximity effect of the exposure device used for device production is not described in any of the documents cited in the ISR and would not have been obvious to one skilled in the art.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 08 August 2000 (08.08.00)	
International application No. PCT/JP99/06962	Applicant's or agent's file reference 00/06163
International filing date (day/month/year) 10 December 1999 (10.12.99)	Priority date (day/month/year) 18 December 1998 (18.12.98)
Applicant SHIRAISHI, Naomasa	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

13 July 2000 (13.07.00)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election



was



was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer</p> <p>Kiwa Mpay</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
--	--

E P



P C T

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 00/06163	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JP99/06962	国際出願日 (日.月.年) 10.12.99	優先日 (日.月.年) 18.12.98	
出願人(氏名又は名称) 株式会社ニコン			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 4 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G03F1/08, H01L21/027

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G03F1/08, H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 8-44038, A (松下電子工業株式会社) 16. 2月. 1996 (16. 02. 96) 実施例 (ファミリーなし)	1, 7, 9-15
Y	JP, 60-124822, A (富士通株式会社) 3. 7月. 1985 (03. 07. 85) 発明の構成 (ファミリーなし)	1, 7, 9-15
Y	JP, 52-156567, A (株式会社日立製作所) 27. 12月1977 (27. 12. 77)	1, 7, 9-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 03. 00

国際調査報告の発送日

21.03.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩本 勉

2M

9710

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	特許請求の範囲 (ファミリーなし)	
Y	J P, 56-42234, A (大日本印刷株式会社) 20. 4月1981 (20. 04. 81) 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1, 7, 9-15
A	J P, 7-152147, A (ソニー株式会社) 16. 6月. 1995 (16. 06. 95) 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-15
A	J P, 9-244223, A, (株式会社東芝) 19. 9月. 1997 (19. 09. 97) 特許請求の範囲 &US, 5861866, A &KR, 97067583, A	1-15
A	J P, 1-278018, A (ホーヤ株式会社) 8. 11月. 1989 (08. 11. 89) 課題を解決するための手段 (ファミリーなし)	1-15

09/868316

P C T

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
〔PCT36条及びPCT規則70〕

REC'D 16 MAR 2001

WIPO

PCT

出願人又は代理人 の書類記号 00/06163	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/ IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP99/06962	国際出願日 (日.月.年) 10.12.99	優先日 (日.月.年) 18.12.98
国際特許分類 (IPC) Int. Cl ⁷ G03F1/08, H01L21/027		
出願人 (氏名又は名称) 株式会社ニコン		

- 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条（PCT36条）の規定に従い送付する。
- この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 4 ページからなる。
☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び／又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び／又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で ページである。
- この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
 - ☒ 国際予備審査報告の基礎
 - ☐ 優先権
 - ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
 - ☐ 発明の単一性の欠如
 - ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
 - ☐ ある種の引用文献
 - ☐ 国際出願の不備
 - ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 13.07.00	国際予備審査報告を作成した日 01.03.01	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 芝 哲 央 電話番号 03-3581-1101 内線 3274	2M 9710

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT 14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- ☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT 19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌグレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条（PCT35条(2)）に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	1-15	有
	請求の範囲		無
進歩性 (IS)	請求の範囲	2-6, 8, 15	有
	請求の範囲	1, 7, 9-14	無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1-15	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

請求の範囲1

国際調査報告で引用された文献1 (JP, 60-124822, A (富士通株式会社), 3.7月.1985(03.07.85)) の発明の構成における「レチクルパターンを介してウエハ上に投影する際に回折によるパターン歪を補正したパターンを上記レチクルパターンとして成る」レチクルは、本願請求項1における、「第1の条件のもとで投影光学系を介して転写されるパターンが形成されたフォトマスク」に相当する。

国際調査報告で引用された文献2 (JP, 56-42234, A (大日本印刷株式会社), 20.4月.1981(20.04.81)) の特許請求の範囲における「レチクルの縮小画像を所定のピッチで移動させながら、ホトマスク作製用感光性基板上の画像形成部に上記レチクルの縮小画像を繰返し露光してホトマスクを作製する」構成、及び、文献3 (JP, 52-156567, A (株式会社日立製作所), 27.12月.1977(27.12.77)) の特許請求の範囲における「複数のマスクレチクルを用いて多重投影露光によりフォトマスクを作製する」構成は、本願請求項1における「第2の条件のもとで、前記マスターマスクの前記マスターマスクの前記親パターンを縮小投影光学系を介して第2基板上に転写して前記フォトマスクを作製する」構成に相当する。

本願請求項1に係る発明は、引用文献1乃至3に記載された発明に基づいて、当業者が容易に想到し得たものである。

なお、本願請求項1における「第1の条件に応じて設定された第2の条件」との構成に、格別の作用効果は認められない。

請求の範囲7, 9, 11-14

請求の範囲1欄を参照。

なお、本願請求項7における「親パターンの近接度に応じた照明条件でマスターマスクを照明」との構成について、露光時の照明条件をパターンの近接度に応じて設定することは、当業者ならば容易に想到し得たことであり、

本願請求項9における「フーリエ変換面上での、照明光の強度分布を所定の状態に設定する」との構成についても、当業者ならば適宜なし得たことである。

請求の範囲10

請求の範囲1欄を参照。

引用文献2及び3は、いずれも、「少なくとも2つの領域の縮小像をフォトマスク製造用の基板上につなぎ合わせて転写する」ものである。

請求の範囲2-6, 15

マスターマスクからフォトマスクを作製する際の第2の照明条件を、フォトマスクのパターンを転写する際の第1の照明条件による投影像の変化を相殺するように設定する構成は、国際調査報告に引用されたいずれの文献にも記載されておらず、当業者にとって自明なものでもない。

補充欄（いずれかの欄の大きさが足りない場合に使用すること）

第 V 欄の続き

請求の範囲 8

マスターマスクからフォトマスクを作製する際の照明条件を、デバイス製造用に用いられる露光装置と近接効果が逆特性となるように設定する構成は、国際調査報告に引用されたいずれの文献にも記載されておらず、当業者にとって自明なものでもない。

PCT REQUEST

00/06163

Original (for SUBMISSION) - printed on 18.06.2001 04:12:19 PM

0	For receiving Office use only	
0-1	International Application No.	
0-2	International Filing Date	
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	
0-4	Form - PCT/RO/101 PCT Request	
0-4-1	Prepared using	PCT-EASY Version 2.91 (updated 01.01.2001)
0-5	Petition The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty	
0-6	Receiving Office (specified by the applicant)	Japanese Patent Office (RO/JP)
0-7	Applicant's or agent's file reference	00/06163
I	Title of invention	PRODUCING METHOD AND APPARATUS OF PHOTOMASK
II	Applicant	
II-1	This person is:	applicant only
II-2	Applicant for	all designated States except US
II-4	Name	NIKON CORPORATION
II-5	Address:	Fuji Bldg., 2-3, Marunouchi 3-chome Chiyoda-ku, Tokyo 100-8331 Japan
II-6	State of nationality	JP
II-7	State of residence	JP
II-8	Telephone No.	03-3773-7011
II-9	Facsimile No.	03-3777-6659
III-1	Applicant and/or inventor	
III-1-1	This person is:	applicant and inventor
III-1-2	Applicant for	US only
III-1-4	Name (LAST, First)	SHIRAISHI, Naomasa
III-1-5	Address:	c/o Nikon Corporation, Intellectual Property Headquarters Fuji Bldg., 2-3, Marunouchi 3-chome Chiyoda-ku, Tokyo 100-8331 Japan
III-1-6	State of nationality	JP
III-1-7	State of residence	JP

PCT REQUEST

2/4

00/06163

Original (for SUBMISSION) - printed on 18.06.2001 04:12:19 PM

IV-1	Agent or common representative; or address for correspondence The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:	agent
IV-1-1	Name (LAST, First)	OMORI, Satoshi
IV-1-2	Address:	Omori Patent Office 2075-2-501, Noborito, Tama-ku Kawasaki-shi, Kanagawa 214-0014 Japan
IV-1-3	Telephone No.	044-900-8346
IV-1-4	Facsimile No.	044-911-0012
V	Designation of States	
V-1	Regional Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	<p>AP: GH GM KE LS MW MZ SD SL SZ TZ UG ZW and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT</p> <p>EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT</p> <p>EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT (except TR)</p> <p>OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GW ML MR NE SN TD TG and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT</p>
V-2	National Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	<p>AE AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY CA CH&LI CN CR CU CZ DE DK DM DZ EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL TJ TM TR TT TZ UA UG US UZ VN YU ZA ZW</p>

PCT REQUEST

00/06163

Original (for SUBMISSION) - printed on 18.06.2001 04:12:19 PM

V-5	Precautionary Designation Statement In addition to the designations made under items V-1, V-2 and V-3, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) of the State(s) indicated under item V-6 below. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit.		
V-6	Exclusion(s) from precautionary designations	NONE	
VI-1	Priority claim of earlier national application		
VI-1-1	Filing date	18 December 1998 (18.12.1998)	
VI-1-2	Number	10-360594	
VI-1-3	Country	JP	
VII-1	International Searching Authority Chosen	Japanese Patent Office (JPO) (ISA/JP)	
VIII	Check list	number of sheets	electronic file(s) attached
VIII-1	Request	4	-
VIII-2	Description	28	-
VIII-3	Claims	4	-
VIII-4	Abstract	1	-
VIII-5	Drawings	4	-
VIII-7	TOTAL	41	
	Accompanying items	paper document(s) attached	electronic file(s) attached
VIII-8	Fee calculation sheet	✓	-
VIII-16	PCT-EASY diskette	-	diskette
VIII-18	Figure of the drawings which should accompany the abstract	4	
VIII-19	Language of filing of the international application	Japanese	
IX	Signature of applicant or agent		
IX-1	Name (LAST, First)		
IX-2	Capacity		

FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	
10-2	Drawings:	
10-2-1	Received	
10-2-2	Not received	
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application	

PCT REQUEST

00/06163

Original (for SUBMISSION) - printed on 18.06.2001 04:12:19 PM

10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)	
10-5	International Searching Authority	ISA/JP
10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by the International Bureau	
------	--	--

